

特開平9-63016

(43) 公開日 平成9年(1997) 3月7日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/31			G 1 1 B 5/31	C
C 2 5 D 3/56			C 2 5 D 3/56	B
	7/00		7/00	K
H 0 1 F 41/26			H 0 1 F 41/26	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願平7-217590	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22) 出願日	平成7年(1995) 8月25日	(72) 発明者	佐野 雅章 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	北 芳明 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	鳴海 俊一 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(74) 代理人	弁理士 武 願次郎
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドの製造方法、薄膜磁気ヘッド及び磁気記憶装置

(57) 【要約】

【目的】 高周波領域での高記録密度化に適した高飽和磁束密度で、高比抵抗を有する磁性薄膜材料を持った薄膜磁気ヘッドを得る。

【構成】 薄膜磁気ヘッドの磁気コアの製造をフレームめっき方法により行い、そのめっき浴は、その組成として、3.5g/l～10g/lのNi⁺⁺イオン、0.5g/l～1.6g/lのFe⁺⁺イオンを含み、かつ、Ni⁺⁺とFe⁺⁺とのイオン比(Ni⁺⁺/Fe⁺⁺)を6～8となるように金属イオン濃度範囲が設定され、通常使用されている応力緩和剤及び界面活性剤を添加した溶剤を含んでpHが2.5～3.5に設定されたNi-Fe合金薄膜の電気めっき浴であり、このめっき浴を用いて、電流密度を5mA/cm²～30mA/cm²の範囲に設定する。また、めっき浴中に、さらに、モリブデン酸ナトリウム、タングステン酸ナトリウム、及び、塩化クロームの少なくとも1つを単独あるいは混合して0.01g/l～1.0g/lを含むようにする。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録・再生分離型磁気ヘッドの記録用の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記薄膜磁気ヘッドの磁気コアの製造をフレームめっき方法により行い、そのめっき浴は、その組成として、3.5g/l～10g/lのNi⁺⁺イオン、0.5g/l～1.6g/lのFe⁺⁺イオンを含み、かつ、Ni⁺⁺とFe⁺⁺とのイオン比(Ni⁺⁺/Fe⁺⁺)を6～8となるように金属イオン濃度範囲が設定され、通常使用されている応力緩和剤及び界面活性剤を添加した溶剤を含んでpHが2.5～3.5に設定されたNi-Fe合金薄膜の電気めっき浴であり、このめっき浴を用いて、電流密度を5mA/cm²～30mA/cm²の範囲に設定してめっき形成することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項2】 記録・再生分離型磁気ヘッドの記録用の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記薄膜磁気ヘッドの磁気コアの製造をフレームめっき方法により行い、そのめっき浴は、その組成として、3.5g/l～10g/lのNi⁺⁺イオン、0.5g/l～1.6g/lのFe⁺⁺イオンを含み、かつ、Ni⁺⁺とFe⁺⁺とのイオン比(Ni⁺⁺/Fe⁺⁺)が6～8となるようにされ、さらに、モリブデン酸ナトリウム、タングステン酸ナトリウム、及び、塩化クロームの少なくとも1つを単独あるいは混合して0.01g/l～1.0g/lを含むように金属イオン濃度範囲が設定され、通常使用されている応力緩和剤及び界面活性剤を添加した溶剤を含んでpHが2.5～3.5に設定されたNi-Fe合金薄膜の電気めっき浴であり、このめっき浴を用いて、電流密度を5mA/cm²～30mA/cm²の範囲に設定してめっき形成することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項3】 前記めっき浴の温度を20℃～35℃に保持し、磁界中においてめっき形成することを特徴とする請求項1または2記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項4】 前記めっき形成された磁気コアを有する基板を、180℃以上300℃以下の温度範囲で0.5時間～3時間、磁界中において熱処理を施すことを特徴とする請求項1、2または3記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項5】 記録・再生分離型磁気ヘッドの記録用の薄膜磁気ヘッドにおいて、前記薄膜磁気ヘッドは、請求項1ないし4のうち1記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法により製造され、前記薄膜磁気ヘッドの磁気コアが、重量比でNi:40wt%～50wt%、Fe:50wt%～60wt%を有する2元合金薄膜をベースとして、それに、それぞれ単独にモリブデンを3wt%以下、クロームを4wt%以下、タングステンを1.5wt%以下含有させた、あるいは、これらのすくなくとも2つを総合で3wt%～4wt%含有させた3元、4元あるいは5元合金薄膜であって、その膜厚が1μm～5μmの薄膜からなることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 記録・再生分離型磁気ヘッドを備えて構成される磁気記憶装置において、前記記録・再生分離型磁気ヘッドの記録用の薄膜磁気ヘッドとして請求項5記

載の薄膜磁気ヘッドを使用して構成したことを特徴とする磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、薄膜磁気ヘッドの製造方法、薄膜磁気ヘッド及び磁気記憶装置に係り、特に、高記録密度の記録を行うことができる記録・再生分離型磁気ヘッドの記録用の薄膜磁気ヘッドの製造方法、それにより製造された薄膜磁気ヘッド、及び、この薄膜磁気ヘッドを使用した磁気記憶装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、磁気ディスク装置の高記録密度化に伴って、記録媒体の高保磁力化が進み、このような高保磁力の記録媒体に対して十分な記録能力を有する薄膜磁気ヘッドが要求されている。そのため、この種の磁気ヘッドは、磁気ヘッドのコア材料として飽和磁束密度(B_s)の高い材料を用いて構成することが必要である。そして、これらの材料として、従来、膜厚が3μm程度の80%Ni-Fe合金膜が用いられてきた。

【0003】しかし、この80%Ni-Fe合金膜は、比抵抗が16μΩcm～20μΩcmと低いため、うず電流損失が大きく、このために高周波領域における記録磁界強度が低下し、この種の合金膜を用いた磁気ヘッドの記録周波数は、高々30MHz程度が限度である。また、これに代わる材料として、Co系非晶質材料、Fe-Al-Si系センダト合金薄膜等が提案されているが、前者は非晶質であるがゆえに熱的に不安定であり、また、後者は500℃程度の高い温度による熱処理が必要である。このため、これらの材料は、磁気ディスク用の磁気コア材としては製造プロセス的に難点があり、実用化に至っていない。

【0004】また、最近、薄膜磁気ヘッド用の磁気コア材料として、Co-Ni-Feによる3元系材料が、例えば、特開昭60-82638号公報、特開昭64-8605号公報、特開平2-68906号公報等に記載されて提案されているが、これらの3元系材料は、飽和磁束密度(B_s)が1.5T以上と高いものの、80%Ni-Fe合金膜と同様に、比抵抗が12μΩcm～18μΩcmと小さな値のため高周波特性に難点があった。

【0005】一方、磁気ディスク装置の記憶容量は、年々確実に増大しており、現在製品化されている3.5インチのディスクを使用する磁気ディスク装置の面記録密度は、最大で350Mb/in²まで高められている。この場合のヘッドにおけるデータ記録周波数は27MHz程度であり、従来の80%Ni-Fe合金膜あるいはCo-Ni-Fe合金膜を用いた磁気ヘッドの性能限界に近づきつつある。

【0006】また、高周波用の磁性膜として、40～55%Ni-FeにNb、Ta、Cr、Mo等を添加したスパッタリング法により形成した磁性膜が、例えば、特開平3-68744号公報等に記載されて提案されている。しかし、この磁性膜の材料は、結晶磁気異方性が大きい

め、磁気特性的にスパッタリング法による厚膜を形成することが困難なものである。

【0007】さらに、結晶粒を微細化することができ、結晶磁気異方性の影響を軽減できるめっき法が、例えば、特開平4-63412号公報等に記載されて提案されているが、この方法は、量産性を考慮した場合に必ずしも満足できる磁性膜を形成することができるものではない。

【0008】前述したように、高周波領域で高記録密度の記録を行うことが可能な磁気ヘッド用の磁性膜としては、飽和磁束密度(Bs)が大きく、困難軸方向の保磁力が小さく、かつ、比抵抗が大きい材料が要求される。それらの要求に応えることのできる材料としては、Bozorth著; FERROMAGNETISM等により公知のバルク材が知られている。

【0009】そして、Ni-Fe2元合金で比抵抗が最も大きくなる組成範囲は、前記Bozorthの著作によれば、Ni:30wt%前後である。しかし、その付近の飽和磁束密度は、急激に低下する領域であり不安定である。そして、比抵抗も高く、飽和磁束密度も高い組成領域は、Ni:40wt%~60wt%の範囲である。また、この組成領域は、結晶磁気異方性が最も大きい範囲であるために、薄膜磁気ヘッド等に適用される通常2μm以上の厚膜の磁性膜をスパッタリング法等で作製する場合、膜の結晶粒が大きくなってしまふ。このため、この方法で作製された磁性膜は、保磁力が大きく、一軸異方性が付与されにくい。また、磁歪定数が正の大きい値を持つことから、薄膜磁気ヘッド用材料としては実用化されていない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】前述したように、従来技術による磁気ヘッド用の磁性膜は、高周波領域における記録磁界強度が低下し、これを使用した磁気ヘッドの記録周波数を高くすることが困難であり、あるいは、磁気コア材とするためにその製造プロセスに難点がある等の問題点を有している。

【0011】本発明の目的は、前記従来技術の問題点を解決し、高周波領域での高記録密度化に適した高飽和磁束密度で、かつ、高比抵抗を有する磁性薄膜材料を開発し、高周波領域で高記録密度の記録を行うことが可能な、すなわち、高速アクセス、高速転送に対応可能な薄膜磁気ヘッドの製造方法、それにより製造された薄膜磁気ヘッド、及び、この薄膜磁気ヘッドを使用した磁気記憶装置を提供することにある。

【0012】具体的に言えば、本発明の目的は、高速転送、高記録密度を達成させるための磁気ディスク装置、すなわち、磁気ディスク装置の記録・再生時に磁気ディスクが4000rpm以上で回転し、記録ヘッドの記録周波数が45MHz以上に設定されている磁気記憶装置に搭載してその性能を発揮させることのできる薄膜磁気ヘッドの製造方法、それにより製造された薄膜磁気ヘッド、及びこ

の薄膜磁気ヘッドを使用した磁気記憶装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明によれば前記目的は、記録・再生分離型磁気ヘッドの記録用の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記薄膜磁気ヘッドの磁気コアの製造をフレームめっき方法により行い、そのめっき浴は、その組成として、3.5g/l~10g/lのNi++イオン、0.5g/l~1.6g/lのFe++イオンを含み、かつ、Ni++とFe++とのイオン比(Ni++/Fe++)を6~8となるように金属イオン濃度範囲が設定され、通常使用されている応力緩和剤及び界面活性剤を添加した溶剤を含んでpHが2.5~3.5に設定されたNi-Fe合金薄膜の電気めっき浴であり、このめっき浴を用いて、電流密度を5mA/cm²~30mA/cm²の範囲に設定してめっき形成することにより達成される。

【0014】また、前記目的は、めっき浴中に、さらに、モリブデン酸ナトリウム、タングステン酸ナトリウム、及び、塩化クロームの少なくとも1つを単独あるいは混合して0.01g/l~1.0g/lを含むようにすることにより達成される。

【0015】さらに、前記目的は、前述により形成された薄膜磁気ヘッドを持つ記録・再生分離型磁気ヘッドを磁気記憶装置に組み込んで磁気記憶装置を構成することにより達成される。

【0016】

【作用】本発明は、従来のめっき法により、40~60%Ni・Feによる2元系合金をベースに、磁性膜の飽和磁束密度を下げない範囲で比抵抗を高めるために、モリブデン(Mo)、クローム(Cr)、タングステン(W)の第3の元素を添加し、種々のめっき条件を検討した結果、必要な記録磁界を得る膜厚2μm~5μmを確保した上で飽和磁束密度(Bs):1.5T以上、保磁力(H_{ch}):1.0Oe以下で、かつ、比抵抗40μΩcm以上を有する優れた磁性薄膜の組成範囲とその製造方法を見出したものである。そして、前述の製造方法により作製した材料を薄膜磁気ヘッドに用いることにより、面記録密度:500Mb/in²以上、記録周波数:45MHz以上、転送速度15MB/s以上の高性能磁気記憶装置を提供することができる。

【0017】一般に、Ni-Fe2元系めっきは、異常析出を生起させることが知られている。そして、80%Ni-Fe付近の組成ではかなりの研究がなされ、データも多いが、Fe-richの組成ではデータが少ない。そこで、本発明者等は、めっき法において通常用いられるめっき浴の添加剤としてのホウ酸、NaCl、サッカリンナトリウム、ラウリル硫酸ナトリウム等を一定にしておき、めっきに直接関与するFeイオン量を0.5g/l~1.2g/lに、Niイオン量を3.5g/l~10g/lの範囲に変え、めっき電流密度を5mA/cm²~30mA/cm²、pHを2.5~3.0の範囲に変えて検討した。この結果、適切な磁気特性を有する40~50%Ni-Feの磁性薄膜、及び、この組成にMo、Co、Wのいずれか1

つを添加した磁気コアに使用する磁性薄膜を形成するための生産性に適した安定なめっき浴の適正イオン量、pH 値、電流密度を見出し、さらに、磁気ヘッドとして適切な磁区構造を形成するための磁界中における熱処理法を見出すことができた。

【0018】すなわち、本発明は、前述のめっき法におけるめっき浴のFeイオン源として、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ を、Niイオン源として $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 及び $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ を用いる。そして、本発明で重要なことは、めっき浴のFeイオン量を0.5g/l～2.0g/lの範囲とすることである。

【0019】この理由の1つは、めっき浴のFeイオン量が少な過ぎると、形成された磁性薄膜が所望のFe含有量とならず、また、磁性薄膜内のFe含有量を所望のFe含有量とするためにはめっき電流密度を $5\text{mA}/\text{cm}^2$ 以下と小さくせざるを得ず、めっき効率が悪く実用的でない上、磁気特性の変動も大きく実用的でないからである。また、理由の他の1つは、めっき浴のFeイオン量が多過ぎる場合に問題が生じるからである。

【0020】すなわち、めっき浴のFeイオン量が多過ぎると、磁性薄膜内のFe含有量が所望のFe含有量を越えてしまうが、めっき浴内のNi量を調整することにより、磁性薄膜内のFe含有量を所望のFe含有量にすることが可能で、めっき膜に磁気特性的な問題が生じることはない。しかし、めっき浴のFeイオン量が多くなると、めっき浴中のFeイオンが不安定となり、めっきに寄与しない3価のFeイオンが、めっき浴中に生成されて水和酸化物となって浴中に沈澱し、めっきに寄与する2価のFeイオン量に変動して浴のpH を変化させてしまう。

【0021】図1はめっき浴のFeイオン濃度を変えた場合のめっき浴のpH の時間変化を説明する図であり、以下、これについて説明する。

【0022】図1において、曲線(A)はめっき浴のFeイオン量を2.3g/lとした場合、曲線(B)、(C)はFeイオン量を少なくしためっき浴で、それぞれ、Feイオン量を1.2g/l、0.4g/lとした場合の特性例である。図1から判るように、Feイオン量が2.3g/l程度の(A)の場合、時間と共にめっき浴中に錆びが発生し、めっき浴のpH も変化するが、Feイオン量を少なくして適正な量とした(B)、(C)の場合、めっき浴のpH を安定に保持することができ、赤錆びとなるFeの水和酸化物の発生も防止することができる。

【0023】工業的にNi-Fe めっきを行う場合、めっき浴内に水和酸化物が発生すると、この水和酸化物がフィルタを詰まらせ、また、めっき浴のイオン管理が煩雑となって好ましくない。従って、適正なFeイオン量は0.5g/l～1.6g/lの範囲に抑えることが重要である。そして、所望の40～50%Ni-Fe めっき膜を得るために、NiイオンとFeイオンとの比(Niイオン量/Feイオン量)を6～8の範囲になるようにFeイオン量に合わせてNiイオン量を3.5g/l～10g/lの範囲で調整するのがよい。

【0024】図2はめっき浴のpH の値と、生成されためっき膜の磁気特性(Ni含有量(wt%)、磁歪定数 λ_s 、比抵抗 ρ)を説明する図である。この図2から判るように、pHの値それ自体は、めっき膜の磁気特性にそれ程大きな変化を与えることはないが、pH の値は2.5～3.0が望ましい。この理由は、pHの値が2.5より低くなるとめっき下地膜を腐食させるために良好なめっき膜を得ることができず、また、3.0より高くなると2価のFeイオンのめっき浴中への溶解度が減少し、やはり、めっきに寄与しない3価のFeイオンに変化し、水和酸化物が沈澱して好ましくないからである。

【0025】図3はめっき時の電流密度と生成されためっき膜の特性を説明する図であり、以下、これについて説明する。

【0026】めっき時の電流密度による膜の磁気特性は、Feイオン量が0.4g/lと少な過ぎるめっき浴の場合、めっき浴のFeイオン量によって電流密度依存性が大きい。すなわち、Feイオン量が0.4g/lと少な過ぎるめっき浴の場合、図1で説明したように、めっき浴のpH の変化という面ではその変化が小さく問題ない。しかし、この場合、図3に示すように、電流密度の増加と共に生成された膜のNi含有量が増加し比抵抗が低下するという、めっき膜の磁気特性におよぼす電流密度依存性が大きく、工業的には不利である。そして、Feイオン量を1.2g/l、2.3g/lと増加した場合、図3から判るように、生成されるめっき膜の磁気特性におよぼす電流密度依存性をほとんど生じさせないようにすることができる。

【0027】また、図1、図3により説明しためっき浴のpH の時間変化と、電流密度による生成されためっき膜の特性の変化とを勘案すると、めっき浴の適正なFeイオン量は、その下限が0.5g/l、上限が1.6g/lであることが判った。Feイオン量がこの範囲であれば、図3に示すように、電流密度 $5\text{mA}/\text{cm}^2 \sim 30\text{mA}/\text{cm}^2$ の範囲で、生成される膜の磁気特性を従来のFeイオン量が多い場合と同等のものとするすることができる。

【0028】電流密度を $5\text{mA}/\text{cm}^2$ より小さくすると、生成される膜の保磁力が大きくなってしまい、また、所望の膜厚 $2\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ を得るため、めっきに長時間を要することにより実用的でない。また、電流密度を $30\text{mA}/\text{cm}^2$ より大きくすると、生成される膜の組成が不安定になり、特に、Niが50wt%を越え、膜の比抵抗を低下させてしまう。

【0029】前述までの説明は、フラットな基板上にフラットな磁性膜をめっきする場合の例であるが、実際の磁気ヘッドをめっき法で形成する場合、フレームめっき法が採用され、直接磁気コア形状にめっきされる。このため、フラットなめっき膜と異なり、磁気コア形状に起因する形状磁気異方性により膜の応力の方向に磁化が向き易くなる。前述のめっき法で生成される40～50%Ni-Fe 膜の真性応力は、引張応力であり、膜の磁歪定数(λ

s) が $+50 \times 10^{-7}$ という正の大きな値を持つため、磁気コアの先端部(トラック部)の磁区構造が、その磁化がトラックの長手方向に向きやすく高周波励磁に対しては好ましくない。

【0030】本発明者等は、前述の磁区構造の変化に対処するために、めっき後所定の温度で所定の時間磁界中で熱処理を施すことによって磁気コアの磁区構造を適正化できることを見出した。

【0031】図4は磁気コアの磁区構造の一例と、熱処理温度と膜の磁気特性(保磁力及び比抵抗)の変化とを説明する図であり、以下、これについて説明する。

【0032】生成された膜に対する磁界中で熱処理の結果、熱処理温度が低く過ぎたり、処理時間が短か過ぎると磁区構造の適正化が不十分であり、また、熱処理温度が高過ぎたり、処理時間が長過ぎると結晶粒の成長を来とし軸異方性が消滅し、保磁力が増大して好ましくないことが判った。この熱処理は、印加磁界2kOe、処理温度180℃～300℃、処理時間0.5h～3hが適正であった。また、10wt%以下のCoを添加すると、膜の異方性磁界(H_k)が大きくなり、熱処理後の磁区構造をより適正化しやすくなり、少量のCoの添加が望ましい。

【0033】前述のようにして作製した磁気ヘッドは、記録周波数45MHz以上の高周波領域で使用することが可能であり、この磁気ヘッドを磁気ディスク装置に搭載することにより、優れた性能を有する磁気記憶装置の供給が可能となった。

【0034】図5はめっき浴中にモリブデン酸ナトリウ

ム、タングステン酸ナトリウムまたは塩化クロームを添加してめっきしためっき膜の磁気特性及び比抵抗を示す図である。

【0035】前述しためっき法により生成される40～50%Ni-Fe磁性膜の比抵抗をさらに高めるために、めっき浴中にモリブデン酸ナトリウム、タングステン酸ナトリウムまたは塩化クロームの少なくとも1つを単独あるいは混合して0.01g/l～1.0g/l添加してめっきを行った。

【0036】この場合、Mo、W、Crの添加により磁性膜の比抵抗をほぼ直線的に増大させることができ、得られた磁性膜のMo:3wt%を含む組成で、 ρ は凡そ65 $\mu\Omega\text{cm}$ を示し、そのとき、Bsは約1.45Tであった。W、Crの添加、あるいは、これらを混合して添加した場合にもほぼ同様な結果を得ることができた。

【0037】Mo、W、Crの少なくとも1つを単独あるいは混合して添加することにより、得られる磁性膜の ρ を添加しない場合の約1.4倍程度に大きくすることができ、この結果、透磁率の周波数特性(μ -f特性)を大きく高周波側に延ばすことができたことが確認された。

【0038】

【実施例】以下、本発明による薄膜磁気ヘッドの製造方法の実施例を説明する。

【0039】表1は本発明の第1の実施例によるめっき浴組成とめっき条件とを示す表である。

【0040】

【表1】

表 1

試 薬	配合量(g/l)	めっき条件	
		浴温度	30℃
NiCl ₂ ・6H ₂ O	23.8	pH	3.0
NiSO ₄ ・6H ₂ O	11.3 (Ni ⁺⁺ :8.4)	電流密度	15mA/cm ²
FeSO ₄ ・7H ₂ O	5.5 (Fe ⁺⁺ :1.1)		
ホウ酸	25		
NaCl	25		
サッカリン	1.5		
ナトリウム			
ラウリル硫酸	0.1		
ナトリウム			

【0041】本発明の第1の実施例に使用するめっき浴の金属イオン濃度は、表1に示すように、Fe⁺⁺量が1.1g/l、Ni⁺⁺量が8.4g/l(イオン比:Ni⁺⁺/Fe⁺⁺:7.6)となるように調整された。また、他の添加物は表1に示す通りで

ある。めっき浴のpHはHCl水溶液を用いて3.0に調整し、浴の温度は管理しやすい30℃とした(25～30℃まで変えたが磁性膜の特性にそれ程大きな差はなかった)。そして、15mA/cm²の電流密度に設定してめっきを行っ

て磁性膜を生成させた。

【0042】これにより得られた磁性膜は、その組成が44.9Ni-Fe(wt%)であり、困難軸方向の保磁力が0.6Oe、異方性磁界が8.4Oe、比抵抗が $44\mu\Omega\text{cm}$ と優れた特性を示した。また、飽和磁束密度は1.6Tと高く、磁歪

定数は $+46\times 10^{-7}$ であった。

【0043】表2は本発明の第2の実施例によるめっき浴組成とめっき条件とを示す表である。

【0044】

【表2】

表 2

試 薬	配合量(g/l)	めっき条件	
		浴温度	30℃
NiCl ₂ ・6H ₂ O	23.8	pH	3.0
NiSO ₄ ・6H ₂ O	11.3 (Ni ⁺⁺ :8.4)	電流密度	15mA/cm ²
FeSO ₄ ・7H ₂ O	5.5 (Fe ⁺⁺ :1.1)		
モリブデン酸 ナトリウム	0.1		
ホウ酸	25		
NaCl	25		
サッカリン ナトリウム	1.5		
ラウリル硫酸 ナトリウム	0.1		

【0045】この本発明の第2の実施例は、本発明の第1の実施例の場合と同一のめっき浴組成に、生成される45Ni-Fe 磁性膜の磁気特性を損なわずに膜の比抵抗(ρ)をさらに増大させる目的でモリブデン酸ナトリウムを0.1g/lを添加したものである。

【0046】これにより得られた磁性膜は、その組成が43Ni-55Fe-2Mo(wt%)であり、困難軸方向の保磁力が0.33Oe、異方性磁界が7.0Oe、比抵抗が $60\mu\Omega\text{cm}$ であった。また、飽和磁束密度は、Moを添加しない場合に得られた膜に比べ低いが1.5Tを確保することができ、磁歪定数は $+42\times 10^{-7}$ と僅かに低減している。このように、Moを添加することによりベースとなる45%Ni-Feの磁気特性を損なうことなく、磁性膜の比抵抗を高めることができる。この傾向は、W、Crを添加した場合、あるいは、Mo、W、Crを適宜混合して添加した場合にも殆ど変わらなかった。

【0047】図6は本発明の前述した第1、第2の実施例により製造された磁気ヘッドの構成を示す斜視図及び断面図である。図6において、10は磁気ヘッド、20は上部磁気コア、21は下部磁気コア、22は下部シールド、23は磁気抵抗効果型素子、24は電極、25はコイル、26はスライダ、27はコイル端子、28は絶縁膜である。

【0048】図6に示す磁気ヘッド10は、記録・再生分離型薄膜磁気ヘッドであり、スライダ26上の下部シールド22上に電極24に挟まれて配置された磁気抵抗効果型素子23による再生用ヘッドと、このヘッドに重ねられて配置される上部シールドを兼ねる下部磁気コア21と上部磁気コア20とこれらのコアの間に挟まれて配置されるコイル25とによる記録用ヘッドとにより構成される。

【0049】そして、記録用ヘッドを構成する磁気コア20と、21とは、前述した本発明の第1または第2の実施例のめっき浴を用いて、フレームめっきにより形成され、形成後、印加磁界を2kOeとして、処理温度を230℃とした条件で、1時間の熱処理が施された。なお、磁気コア20、21の磁区構造は、図4に示したものと同等であった。

【0050】このようにして製造された磁気ヘッドを磁気ディスク装置に組み込んで、記録周波数80MHzで保磁力:2.5kOeの媒体に記録を行ってその記録性能を評価した。この結果、前述した本発明の第1、第2のいずれの実施例を用いた場合にも、オーバーライト性能を-40dBを確保することができ良好なものであった。また、この記録・再生分離型薄膜磁気ヘッドを磁気ディスク装置に搭載した結果、十分に高速転送に耐えることが確認で

きた。

【0051】なお、前述により製造される磁気記録装置の構成についての説明は省略するが、従来技術における磁気ディスク装置の記録・再生分離型磁気ヘッドの記録用の薄膜磁気ヘッドとして、本発明により製造した薄膜磁気ヘッドを使用して構成すればよく、その他の構成を同一として構成することができる。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、高周波領域での高記録密度化に適した高飽和磁束密度で、かつ、高比抵抗を有する磁性薄膜材料を、低コストなフレームめっき法により得ることができ、高保磁力の記録媒体に対しても、高周波領域で高記録密度の記録を行うことが可能な、すなわち、高速アクセス、高速転送に対応可能な薄膜磁気ヘッドを得ることができる。

【0053】また、前述の薄膜磁気ヘッドを使用することにより、高速転送、高記録密度を達成することのできる磁気ディスク装置、すなわち、磁気ディスク装置の記録・再生時に磁気ディスクが4000rpm以上で回転し、記録ヘッドの記録周波数が45MHz以上に設定可能な磁気記憶装置を得ることができる。そして、この磁気記憶装置は、メディア転送速度15MB/s以上を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】めっき浴のFeイオン濃度を変えた場合のめっき

浴のpHの時間変化を説明する図である。

【図2】めっき浴のpHの値と、生成されためっき膜の磁気特性を説明する図である。

【図3】めっき時の電流密度と生成されためっき膜の特性を説明する図である。

【図4】磁気コアの磁区構造の一例と、熱処理温度と膜の磁気特性（保持力及び比抵抗）の変化とを説明する図である。

【図5】めっき浴中にモリブデン酸ナトリウム、タングステン酸ナトリウムまたは塩化クロームを添加してめっきしためっき膜の磁気特性及び比抵抗を示す図である。

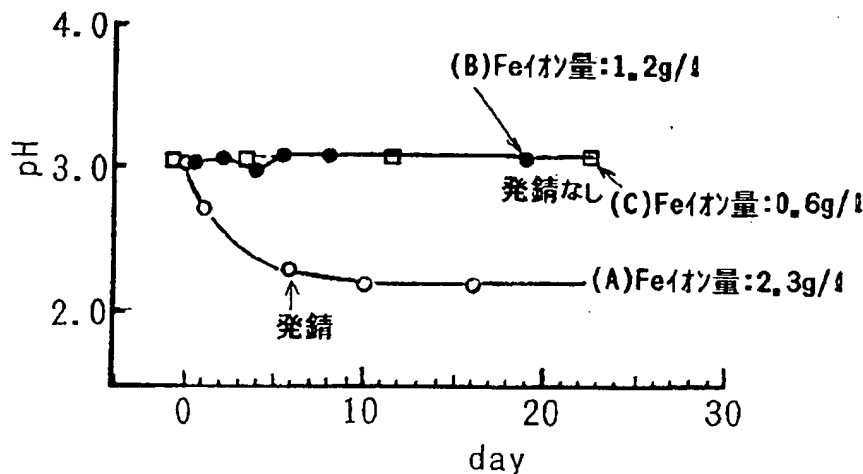
【図6】本発明の第1、第2の実施例により製造された磁気ヘッドの構成を示す斜視図及び断面図である。

【符号の説明】

- 10 磁気ヘッド
- 20 上部磁気コア
- 21 下部磁気コア
- 22 下部シールド
- 23 磁気抵抗効果型素子
- 24 電極
- 25 コイル
- 26 スライダー
- 27 コイル端子
- 28 絶縁膜

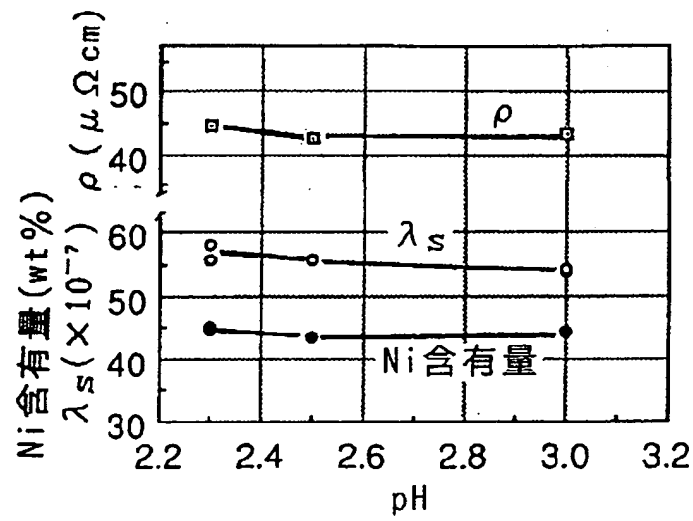
【図1】

【図1】



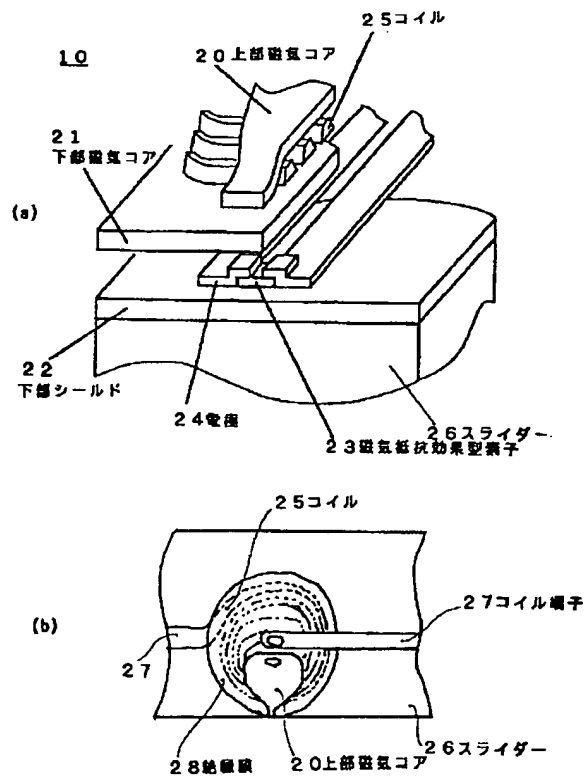
【図2】

【図2】



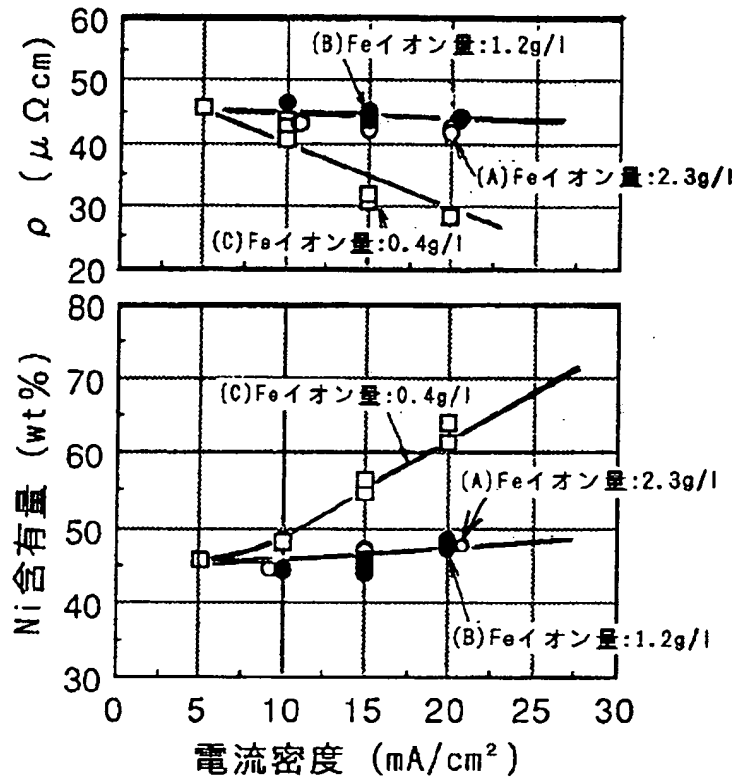
【図6】

【図6】



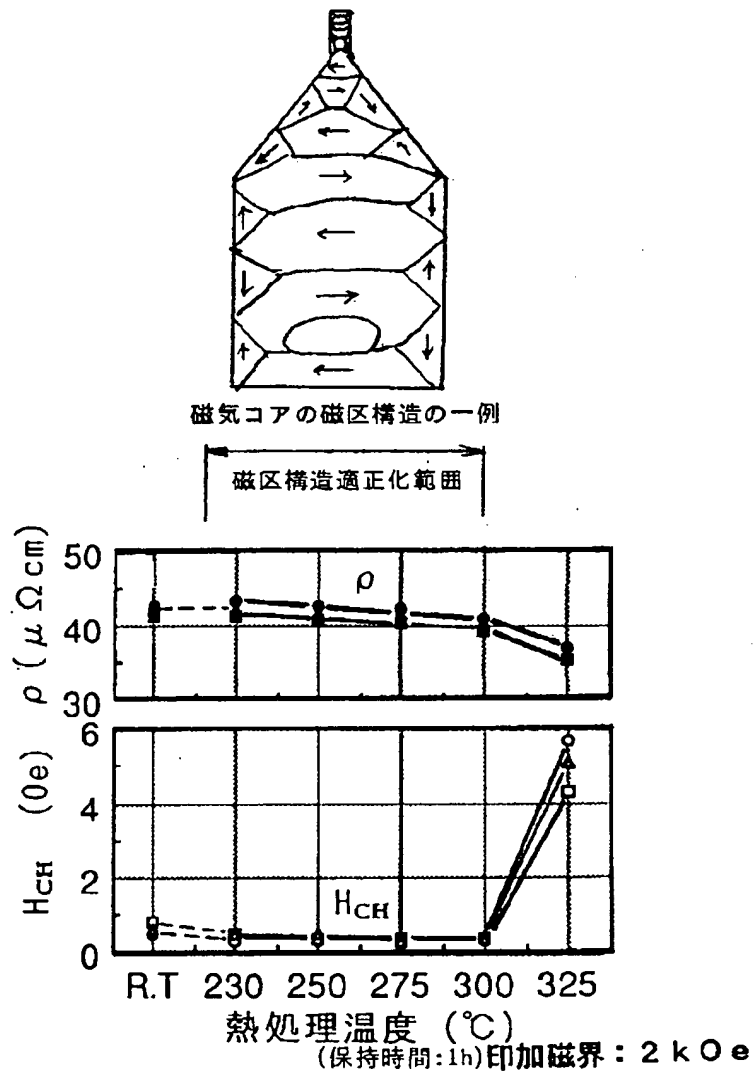
【図3】

【図3】



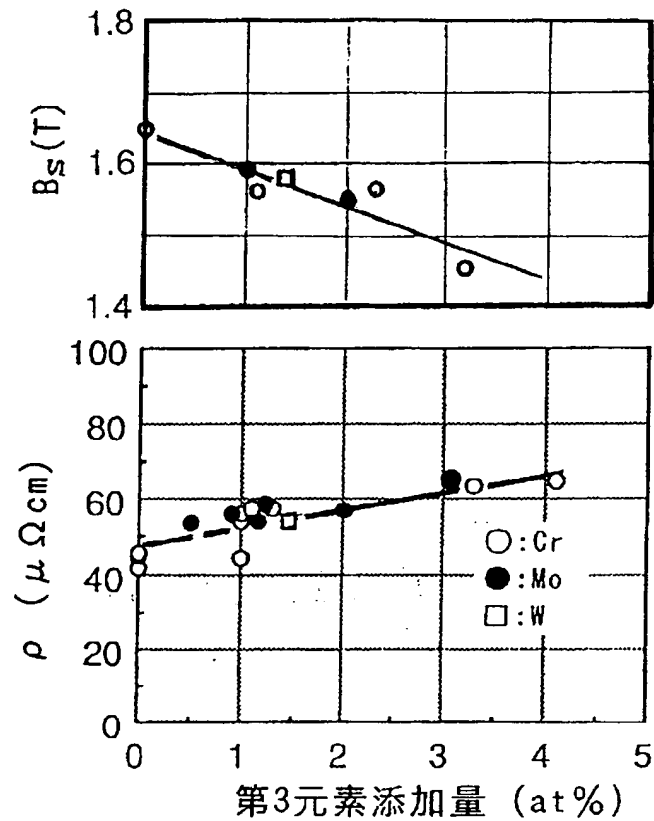
【図4】

【図4】



【図5】

【図5】



フロントページの続き

(72) 発明者 川辺 ▲隆▼

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 府山 盛明

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 成重 真治

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72) 発明者 益田 賢三

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-063016

(43)Date of publication of application : 07.03.1997

(51)Int.Cl. G11B 5/31
C25D 3/56
C25D 7/00
H01F 41/26

(21)Application number : 07-217590

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 25.08.1995

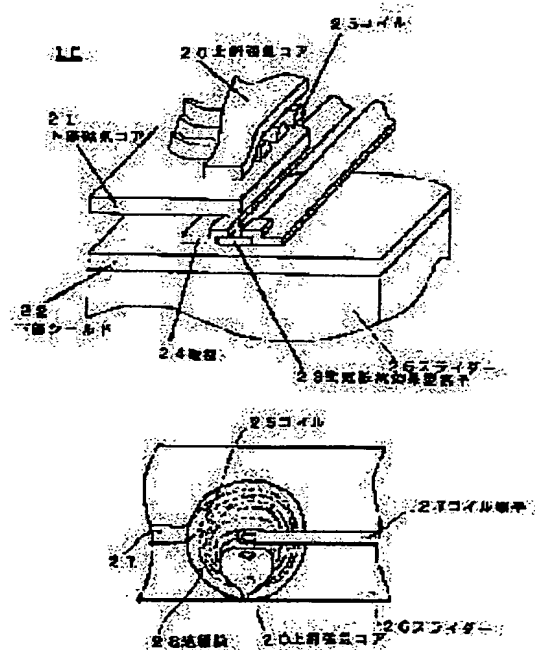
(72)Inventor : SANO MASAOKI
KITA YOSHIKI
NARUMI SHUNICHI
KAWABE TAKASHI
FUYAMA MORIAKI
NARUSHIGE SHINJI
MASUDA KENZO

(54) PRODUCTION OF THIN-FILM MAGNETIC HEAD, THIN-FILM MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC STORAGE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a thin-film magnetic head having a magnetic thin-film material which has a high saturation magnetic flux density suitable for a higher recording density in a high-frequency region and having high specific resistance.

SOLUTION: The production of magnetic cores 20, 21 of the thin-film magnetic head is executed by a flame plating method. The plating bath for this method is an electroplating bath for Ni-Fe alloy thin films which contains 3.5 to 10g/l Ni⁺⁺ ion, 0.5 to 1.6g/l Fe⁺⁺ ions as its compsn., is set with the range of metal ion concn. so as to attain 6 to 8 in the ion ratio (Ni⁺⁺/Fe⁺⁺) of the Ni⁺⁺ and Fe⁺⁺, contains a solvent added with an ordinary used stress relieving agent and surfactant and is set at pH of 2.5 to 3.5. The current density is set in a range of 5 to 30mA/cm² by using this plating bath. The plating bath is so prepd. as to contain at least one of sodium molybdate, sodium tungstate and chromium chloride alone or in combination at 0.01 to 1.0g/l.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the manufacture method of the thin film magnetic head for record of record / reproduction discrete-type magnetic head, the magnetic core of the aforementioned thin film magnetic head is manufactured by the frame plating method. the plating bath As the composition, it is 3.5 g/l - 10 g/l. nickel⁺⁺ ion and the Fe⁺⁺ ion of 0.5 g/l - 1.6 g/l are included. And a metal ion density range is set up so that the ion ratio (nickel⁺⁺/Fe⁺⁺) of nickel⁺⁺ and Fe⁺⁺ may be set to 6-8. Usually, it is the electroplating bath of the nickel-Fe alloy thin film by which pH was set as 2.5-3.5 including the solvent which added the stress relaxation agent and surfactant which are used. This plating bath is used and it is current density 5 mA/cm² - 30 mA/cm² The manufacture method of the thin film magnetic head characterized by setting it as the range and carrying out plating formation.

[Claim 2] In the manufacture method of the thin film magnetic head for record of record / reproduction discrete-type magnetic head, the magnetic core of the aforementioned thin film magnetic head is manufactured by the frame plating method. the plating bath As the composition, it is 3.5 g/l - 10 g/l. nickel⁺⁺ ion and the Fe⁺⁺ ion of 0.5 g/l - 1.6 g/l are included. And it is made for the ion ratio (nickel⁺⁺/Fe⁺⁺) of nickel⁺⁺ and Fe⁺⁺ to be set to 6-8. furthermore, a sodium molybdate and a sodium tungstate — and Or a metal ion density range is set up. independent in at least one of the chromium chlorides — so that it may mix and 0.01 g/l - 1.0 g/l may be included Usually, it is the electroplating bath of the nickel-Fe alloy thin film by which pH was set as 2.5-3.5 including the solvent which added the stress relaxation agent and surfactant which are used. This plating bath is used and it is current density 5 mA/cm² - 30 mA/cm² The manufacture method of the thin film magnetic head characterized by setting it as the range and carrying out plating formation.

[Claim 3] The manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 1 or 2 characterized by holding the temperature of the aforementioned plating bath at 20 degrees C - 35 degrees C, and carrying out plating formation into a magnetic field.

[Claim 4] The manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 1, 2, or 3 characterized by heat-treating the substrate which has the magnetic core by which plating formation was carried out [aforementioned] in a magnetic field for 0.5 hours to 3 hours by 180-degree-C or more temperature requirement 300 degrees C or less.

[Claim 5] In the thin film magnetic head for record of record / reproduction discrete-type magnetic head the aforementioned thin film magnetic head It is manufactured by the manufacture method of the thin film magnetic head one publication a claim 1 or among 4. The magnetic core of the aforementioned thin film MAG beef fat uses as the base the 2 yuan alloy thin film which has Fe:50wt% - 60wt% nickel:40wt% - 50wt% by the weight ratio. it — respectively — independent — molybdenum — less than [3wt%] and chromium — less than [4wt%] and a tungsten — less than [1.5wt%] — it was made to contain — Or it is these at least two by synthesis 3wt(s)% - 4wt% The thin film magnetic head characterized by the bird clapper of 3 yuan made to contain, 4 yuan, or 5 yuan from the thin film the thickness of whose it is an alloy thin film and is 1 micrometer - 5 micrometers.

[Claim 6] Magnetic storage characterized by constituting record / reproduction discrete-type

magnetic head in the magnetic storage constituted by having using the thin film magnetic head according to claim 5 as the thin film magnetic head for record of the aforementioned record / reproduction discrete-type magnetic head.

[Translation done.]

特許庁 特許第 1400 号 発明の名称

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the manufacture method, the thin film magnetic head, and magnetic storage of the thin film magnetic head, and relates to the manufacture method of the thin film magnetic head for record of record / reproduction discrete-type magnetic head which can perform record of high recording density especially, the thin film magnetic head manufactured by that cause, and the magnetic storage which used this thin film magnetic head.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, with the raise in the recording density of a magnetic disk unit, high coercive force-ization of a record medium progresses and the thin film magnetic head which has sufficient record capacity to such a record medium of high coercive force is demanded. Therefore, this kind of magnetic head needs to constitute using a high material of saturation magnetic flux density (B_s) as core materials of the magnetic head. And 80% nickel-Fe alloy film whose thickness is about 3 micrometers has been conventionally used as such material.

[0003] However, for this 80%nickel-Fe alloy film, specific resistance is 16microomegacm - 20microomegacm. Since it is low, eddy current loss is large, for this reason, the record magnetic field strength in a RF field falls, and at most about 30MHz of the record frequency of the magnetic head using this kind of alloy film is a limit. Moreover, as a material replaced with this, although Co system amorphous materials, the Fe-aluminum-Si system SENDATO alloy thin film, etc. are proposed and the former is amorphous therefore, it is thermally unstable, and the latter is 500 degrees C. Heat treatment by the high temperature of a grade is required. For this reason, such material has a difficulty in manufacture process as magnetic-core material for magnetic disks, and has not resulted in utilization.

[0004] Moreover, it is Co-nickel-Fe as a magnetic-core material for the recently and thin film magnetic heads. Although the 3 yuan system material to depend was indicated and proposed by JP,60-82638,A, JP,64-8605,A, JP,2-68906,A, etc., such 3 yuan system material had a difficulty in the RF property like 80%nickel-Fe alloy film, since specific resistance was 12microomegacm - 18microomegacm and a small value, although saturation magnetic flux density (B_s) was as high as more than 1.5T.

[0005] On the other hand, the storage capacity of a magnetic disk unit is 3.5 which is increasing certainly every year and is produced commercially now. The field recording density of the magnetic disk unit which uses the disk of an inch is raised to 2 350 Mb(s)/inch at the maximum. The data-logging frequency in the head in this case is about 27MHz, and is approaching the performance limit of the magnetic head using conventional 80%nickel-Fe alloy film or a conventional Co-nickel-Fe alloy film.

[0006] Moreover, the magnetic film formed as a magnetic film for RFs by the sputtering method which added Nb, Ta, Cr, Mo, etc. to nickel-Fe 40 to 55% is indicated and proposed by JP,3-68744,A etc. However, since the material of this magnetic film has the large crystal magnetic anisotropy, it is difficult to form the thick film by the sputtering method in magnetic properties.

[0007] Furthermore, crystal grain can be made detailed, and although the galvanizing method which can mitigate the influence of a crystal magnetic anisotropy is indicated and proposed by JP,4-63412,A etc., this method cannot form the magnetic film which can not necessarily be satisfied, when mass-production nature is taken into consideration.

[0008] As mentioned above, as a magnetic film for the magnetic heads which can perform record of the high recording density in a RF field, saturation magnetic flux density (B_s) is large, and material with large specific resistance is required small [the coercive force of difficult shaft orientations]. Well-known bulk material is known as a material which can meet those demands by;FERROMAGNETISM written by Bozorth etc.

[0009] and — according to the writing of Above Bozorth in the composition range to which specific resistance becomes the largest with nickel-Fe the alloy of 2 yuan — nickel:30wt% — it is order However, the saturation magnetic flux density of the neighborhood is a field to which it falls rapidly, and is unstable. And specific resistance is also high and the composition field where saturation magnetic flux density is also high is nickel:40wt% – 60wt%. It is a range. Moreover, since this composition field is a range with the largest crystal magnetic anisotropy, when [which usually produces the magnetic film of a thick film 2 micrometers or more by the sputtering method etc.] applied to the thin film magnetic head etc., membranous crystal grain will become large. For this reason, the magnetic film produced by this method has large coercive force, and a uniaxial anisotropy is hard to give. Moreover, since a magnetostriction constant has a positive large value, it is not put in practical use as a charge of thin film magnetic-head material.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] as mentioned above, in order that it may be difficult for the magnetic film for the magnetic heads by the conventional technology to make high record frequency of the magnetic head which the record magnetic field strength in a RF field fell, and used this or it may consider as magnetic-core material, it has troubles, like a difficulty is in the manufacture process

[0011] The purpose of this invention solves the trouble of the aforementioned conventional technology, develops the magnetic-thin-film material which is the high saturation magnetic flux density suitable for high recording-density-ization in a RF field, and has high specific resistance, and is to offer the manufacture method of of the rapid access and the thin film magnetic head which can respond to fast transmission which can perform record of high recording density in a RF field, the thin film magnetic head which were manufactured by that cause, and the magnetic storage which used this thin film magnetic head.

[0012] The magnetic disk unit for the purpose of this invention making fast transmission and high recording density attain speaking concretely Namely, a magnetic disk is 4000rpm at the time of record and reproduction of a magnetic disk unit. It rotates above. The record frequency of a recording head is to offer the manufacture method of the thin film magnetic head that it can carry in the magnetic storage set as 45MHz or more, and the performance can be demonstrated, the thin film magnetic head manufactured by that cause, and the magnetic storage which used this thin film magnetic head.

[0013]

[Means for Solving the Problem] According to this invention, the aforementioned purpose is set to the manufacture method of the thin film magnetic head for record of record / reproduction discrete-type magnetic head. The magnetic core of the aforementioned thin film magnetic head is manufactured by the frame plating method. the plating bath As the composition, it is 3.5 g/l – 10 g/l. nickel++ ion and the Fe++ ion of 0.5 g/l – 1.6 g/l are included. And ion ratio (nickel++/Fe++) of nickel++ and Fe++ A metal ion density range is set up so that it may be set to 6–8. Usually, it is the electroplating bath of the nickel-Fe alloy thin film by which pH was set as 2.5–3.5 including the solvent which added the stress relaxation agent and surfactant which are used. This plating bath is used and it is current density 2–30mA [/cm] 5 mA/cm² It is attained by setting it as the range and carrying out plating formation.

[0014] Moreover, during a plating bath, the aforementioned purpose is attained in one independent or by mixing and making it 0.01 g/l – 1.0 g/l included, even if there are still few sodium molybdates, sodium tungstates, and chromium chlorides.

[0015] Furthermore, the aforementioned purpose is attained by including record / reproduction discrete-type magnetic head with the thin film magnetic head formed of the above-mentioned in magnetic storage, and constituting magnetic storage.

[0016]

[Function] In order that this invention may raise specific resistance by the conventional galvanizing method in the range which does not lower the saturation magnetic flux density of a magnetic film 40 to 60% based on the 2 yuan system alloy by nickel-Fe. The 3rd element of molybdenum (Mo), chromium (Cr), and a tungsten (W) is added. As a result of examining various plating conditions, after securing 2 micrometers - 5 micrometers of thickness which acquires a required record magnetic field, they are more than saturation-magnetic-flux-density (Bs):1.5T and coercive force (HCH):1.00e. Below And the composition range and its manufacture method of the outstanding magnetic thin film which has 40 or more microomegacm of specific resistance are found out. And the highly efficient magnetic storage of more than field recording density:500Mb/inch², more than record frequency:45MHz, and 15 or more MB/s of transfer rates can be offered by using for the thin film magnetic head the material produced by the above-mentioned manufacture method.

[0017] Generally, it is known that the nickel-Fe system plating of 2 yuan makes an unusual deposit occur. And although remarkable research is made by composition near nickel-Fe 80% and there is also much data, there is little data at composition of Fe-rich. Then, this invention person etc. fixes the boric acid as an additive of a plating bath usually used in the galvanizing method, NaCl, the saccharin sodium, the sodium lauryl sulfate, etc., and is changed the amount of Fe ion which participates in plating directly into 0.5 g/l - 1.2 g/l, the amount of nickel ion is changed into the range of 3.5 g/l - 10 g/l, and they are 5 mA/cm² - 30 mA/cm², and pH about plating-current density. It changed and inquired in the range of 2.5-3.0. Consequently, the stable amount of proper ion of a plating bath suitable for the productivity for forming the magnetic thin film of 40 - 50%nickel-Fe which has suitable magnetic properties, and the magnetic thin film used for the magnetic core which added any one of Mo, Co, and the W to this composition and pH A value and current density were able to be found out and the method of heat-treating in the magnetic field for forming the still more suitable magnetic-domain structure as the magnetic head was able to be found out.

[0018] That is, FeSO₄·7H₂O is used for this invention as the Fe ion source of the plating bath in the above-mentioned galvanizing method, and NiCl₂·6H₂O and NiSO₄·6H₂O are used as the nickel ion source. And an important thing is making the amount of Fe ion of a plating bath into the range of 0.5 g/l - 2.0 g/l in this invention.

[0019] if one of the reason of this has too few amounts of Fe ion of a plating bath, in order not to become Fe content of a request of the formed magnetic thin film and to make Fe content in a magnetic thin film desired Fe content — plating-current density — 5 mA/cm² the following — small — not carrying out — it does not obtain but is because change of magnetic properties is not greatly practical, either the top whose plating efficiency is bad and is not practical. Moreover, other one of the reasons is because a problem arises when there are too many amounts of Fe ion of a plating bath.

[0020] That is, if there are too many amounts of Fe ion of a plating bath, although Fe content in a magnetic thin film will exceed desired Fe content, by adjusting the amount of nickel in a plating bath, it is possible to make Fe content in a magnetic thin film into desired Fe content, and a magnetic-properties-problem does not arise on a plating film. However, if the amount of Fe ion of a plating bath increases, Fe ion under plating bath becomes unstable, trivalent Fe ion which does not contribute to plating is generated during a plating bath, serves as a hydration oxide, it precipitates during a bath, the divalent amount of Fe ion which contributes to plating is changed, and it is pH of a bath. It will be made to change.

[0021] Drawing 1 is pH of the plating bath at the time of changing Fe ion concentration of a plating bath. It is drawing explaining time change and this is explained hereafter.

[0022] In drawing 1, a curve (B) and (C) are the plating baths which lessened the amount of Fe ion, and a curve (A) is an example of a property at the time of carrying out the amount of Fe ion in 1.2 g/l and 0.4g/l, respectively, when the amount of Fe ion of a plating bath is made into 2.3

g/l. When the amount of Fe ion is (A) which is 2.3g/about l so that drawing 1 may show, **** occurs during a plating bath with time, and it is pH of a plating bath. In (B) which lessened the amount of Fe ion and was made into the proper amount although it changed, and (C), it is pH of a plating bath. It can hold stably and generating of the hydration oxide of Fe used as ***** can also be prevented.

[0023] It is nickel-Fe industrially. If a hydration oxide is generated in a plating bath when galvanizing, this hydration oxide becomes [block a filter and / ion-tube ** of a plating bath] complicated and is not desirable. Therefore, it is important for the proper amount of Fe ion to hold down to the range of 0.5 g/l – 1.6 g/l. And desired 40 – 50%nickel-Fe In order to obtain a plating film, it is good to adjust the amount of nickel ion in the range of 3.5g/l. – 10 g/l according to the amount of Fe ion so that it may become the range of 6–8 about the ratio (the amount of nickel ion / the amount of Fe ion) of nickel ion and Fe ion.

[0024] Drawing 2 is pH of a plating bath. It is drawing explaining a value and the magnetic properties [nickel content (wt%) and magnetostriction constant λ_{ds} and specific resistance ρ] of the generated plating film. It is pH although a so big change is not given to the magnetic properties of a plating film in itself [of pH / value] so that this drawing 2 may show. As for a value, 2.5–3.0 are desirable. This reason cannot obtain a good plating film in order to make a plating ground film corrode, when the value of pH becomes lower than 2.5, and it is 3.0. If it becomes high, the solubility of a under [the plating bath of divalent Fe ion] will decrease, and it changes to trivalent Fe ion which does not contribute to plating too, a hydration oxide precipitates, and it is because it is not desirable.

[0025] Drawing 3 is drawing explaining the current density at the time of plating, and the property of the generated plating film, and explains this hereafter.

[0026] The magnetic properties of the film by the current density at the time of plating have a large current density dependency by the amount of Fe ion of a plating bath, when the amounts of Fe ion are 0.4 g/l and the plating bath which are. That is, when the amounts of Fe ion were 0.4 g/l and the plating bath which are, as drawing 1 explained, it is pH of a plating bath. In respect of calling it change, the change is small satisfactory. However, as shown in drawing 3 in this case, a ***** current density dependency is large to the magnetic properties of the plating film that nickel content of the film generated with the increase in current density increases, and specific resistance falls, and industrially disadvantageous for them. And when the amount of Fe ion is increased with 1.2 g/l and 2.3 g/l, it can avoid making the magnetic properties of the plating film generated produce most ***** current density dependencies so that drawing 3 may show.

[0027] Moreover, pH of the plating bath explained by drawing 1 and drawing 3 When time change and change of the property of the generated plating film by current density were taken into consideration, as for the proper amount of Fe ion of a plating bath, it turns out that the minimum is [0.5 g/l and an upper limit] 1.6 g/l. If the amount of Fe ion is this range, as it is shown in drawing 3, they are current density 5 mA/cm² – 30 mA/cm². In the range, things can do the magnetic properties of the film generated smoothly with a thing equivalent to the case where there are many conventional amounts of Fe ion.

[0028] It is current density 5 mA/cm² If it is made small, in order for the coercive force of the film generated to become large and to obtain 2 micrometers – 5 micrometers of desired thickness, it is not practical by plating taking a long time. Moreover, if current density is made larger [mA / 30 / // cm] than 2, composition of the film generated becomes unstable, especially, nickel will exceed 50wt(s)% and membranous specific resistance will be reduced.

[0029] Although the explanation to the above-mentioned is an example in the case of galvanizing a flat magnetic film on a flat substrate, when forming the actual magnetic head by the galvanizing method, the frame galvanizing method is adopted and it is galvanized by the direct magnetic-core configuration. For this reason, unlike a flat plating film, it becomes easy to turn to magnetization by the configuration magnetic anisotropy resulting from a magnetic-core configuration in the membranous stress direction. 40 – 50%nickel-Fe generated by the above-mentioned galvanizing method membranous intrinsic stress — tensile stress — it is — a membranous magnetostriction constant (λ_{ds}) — $+50 \times 10^{-7}$ ** — since it has the positive big value to say, the magnetic-domain structure of the point (truck section) of a magnetic core

is not [that it is easy to turn / magnetization / the] to the longitudinal direction of a truck / desirable to RF excitation

[0030] this invention person etc. found out that the magnetic-domain structure of a magnetic core could be rationalized by heat-treating in a time magnetic field predetermined at temperature predetermined [after plating], in order to cope with change of the above-mentioned magnetic-domain structure.

[0031] Drawing 4 is drawing explaining an example of the magnetic-domain structure of a magnetic core, and heat treatment temperature and change of membranous magnetic properties (coercive force and specific resistance), and explains this hereafter.

[0032] When the processing time was too long, the grain growth was caused, heat treatment temperature passed low, or the uniaxial anisotropy disappeared [rationalization of short ** past ** and magnetic-domain structure had the inadequate processing time, and / **** / that heat treatment temperature is too high], and heat treatment in the magnetic field over the generated film showed that coercive force increased and was not desirable. This heat treatment had impression magnetic field 2kOe, the processing temperature of 180 degrees C - 300 degrees C, and the proper processing times 0.5h-3h. Moreover, when Co not more than 10wt% is added, a membranous anisotropy field (Hk) becomes large, it becomes easier to rationalize the magnetic-domain structure after heat treatment, and little addition of Co is desirable.

[0033] The magnetic head produced as mentioned above is the record frequency of 45MHz. It is possible to use it in the above RF field, and supply of the magnetic storage which has the performance which was excellent by carrying this magnetic head in a magnetic disk unit was attained.

[0034] Drawing 5 is drawing showing the magnetic properties and specific resistance of the plating film which added and galvanized the sodium molybdate, the sodium tungstate, or the chromium chloride during the plating bath.

[0035] 40 - 50%nickel-Fe generated by the galvanizing method mentioned above independent [in at least one of a sodium molybdate, a sodium tungstate, or the chromium chlorides] during a plating bath, in order to raise the specific resistance of a magnetic film further -- or it galvanized by mixing and carrying out 0.01 g/l-1.0 g/l addition

[0036] In this case, Mo, W, and Cr The specific resistance of a magnetic film could be increased almost linearly by addition, rho showed about 65 microomegacm with the composition containing Mo:3wt% of the obtained magnetic film, and Bs was about 1.45T then. W and Cr When addition or these were mixed and it added, the almost same result was able to be obtained.

[0037] Mo, W, and Cr Independent [at least one] or about 1.4 when not adding rho of the magnetic film obtained by mixing and adding It was checked that it could be made large to about twice, consequently the frequency characteristic (micro-f property) of permeability had been greatly extended to the RF side.

[0038]

[Example] Hereafter, the example of the manufacture method of the thin film magnetic head by this invention is explained.

[0039] Table 1 is a table showing the plating bath composition and the plating conditions by the 1st example of this invention.

[0040]

[Table 1]

表 1

試 薬	配合量 (g/l)	めっき条件	
		浴温度	30℃
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	23.8	pH	3.0
$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	11.3 (Ni ⁺⁺ :8.4)	電流密度	15mA/cm ²
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	5.5 (Fe ⁺⁺ :1.1)		
ホウ酸	25		
NaCl	25		
サッカリン ナトリウム	1.5		
ラウリル硫酸 ナトリウム	0.1		

[0041] As the metal ion concentration of the plating bath used for the 1st example of this invention was shown in Table 1, the amount of Fe⁺⁺ was adjusted so that the amount of 1.1 g/l and nickel⁺⁺ might serve as 8.4 g/l (ion ratio : nickel⁺⁺/Fe⁺⁺: 7.6). Moreover, other additives are as being shown in Table 1. pH of a plating bath was adjusted to 3.0 using HCl solution, and temperature of a bath was made into 30 degrees C which is easy to manage (although changed to 25-30 degrees C, there was so big no difference in the property of a magnetic film). And 15 mA/cm² It galvanized by having set it as current density, and the magnetic film was made to generate.

[0042] the magnetic film obtained by this — the composition — 44.9 nickel-Fe (wt%) it is — the coercive force of difficult shaft orientations showed the property in which 0.6Oe(s) and the anisotropy field were excellent in with 8.4Oe(s), and specific resistance was excellent with 44micro ohm-cm Moreover, saturation magnetic flux density was as high as 1.6T, and the magnetostriction constant was +46x10⁻⁷.

[0043] Table 2 is a table showing the plating bath composition and the plating conditions by the 2nd example of this invention.

[0044]

[Table 2]

表 2

試 薬	配合量 (g/l)	めっき条件	
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	23.8	浴温度	30℃
$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	11.3 (Ni ⁺⁺ :8.4)	pH	3.0
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	5.5 (Fe ⁺⁺ :1.1)	電流密度	15mA/cm ²
モリブデン酸 ナトリウム	0.1		
ホウ酸	25		
NaCl	25		
サッカリン ナトリウム	1.5		
ラウリル硫酸 ナトリウム	0.1		

[0045] The 2nd example of this invention is 45 nickel-Fe generated by the same plating bath composition as the case of the 1st example of this invention. 0.1 g/l is added for a sodium molybdate in order to increase membranous specific resistance (ρ) further, without spoiling the magnetic properties of a magnetic film.

[0046] the magnetic film obtained by this — the composition — 43nickel-55Fe-2Mo (wt%) it is — for the coercive force of difficult shaft orientations, 0.33Oe(s) and the anisotropy field were [7.0Oe(s) and specific resistance] 60microomegacm Moreover, saturation magnetic flux density is 1.5T although it is low compared with the film obtained when Mo was not added. It can secure and the magnetostriction constant is slightly reduced with $+42 \times 10^{-7}$. Thus, the specific resistance of a magnetic film can be raised, without spoiling the magnetic properties of 45% nickel-Fe which serves as the base by adding Mo. This inclination hardly changed, when W and Cr were added, or when Mo, W, and Cr were mixed suitably and it added.

[0047] Drawing 6 is the perspective diagram and cross section showing the composition of the 1st which this invention mentioned above, and the magnetic head manufactured according to the 2nd example. drawing 6 — setting — 10 — the magnetic head and 20 — an up magnetic core and 21 — a lower magnetic core and 22 — for an electrode and 25, as for a slider and 27, a coil and 26 are [a lower shield and 23 / a magnetoresistance-effect type element and 24 / an end-winding child and 28] insulator layers

[0048] The magnetic head 10 shown in drawing 6 is the record / reproduction discrete-type thin film magnetic head, and is constituted by the head for record with the coil 25 inserted and arranged between the lower magnetic cores 21 and the up magnetic cores 20 which serve as the up shield which puts on the head for reproduction by the magnetoresistance-effect type element 23 by which was pinched by the electrode 24 and **** arrangement was carried out on the lower shield 22 on a slider 26, and this head, and is arranged, and these cores.

[0049] And using the plating bath of the 1st of this invention mentioned above, or the 2nd example, it is formed by frame plating and the magnetic cores 20 and 21 which constitute the head for record are 2kOe(s) after formation and about an impression magnetic field. It is the conditions which carried out and made processing temperature 230 degrees C, and heat treatment of 1 hour was performed. In addition, the magnetic-domain structure of magnetic

cores 20 and 21 was equivalent to what was shown in drawing 4 .

[0050] Thus, the manufactured magnetic head is included in a magnetic disk unit, and it is coercive force:2.5kOe at the record frequency of 80MHz. It recorded on the medium and the record performance was evaluated. Consequently, when the 1st of this invention mentioned above and which 2nd example were used, -40dB could be secured for the over-writing performance, and it was good. Moreover, as a result of carrying this record / reproduction discrete-type thin film magnetic head in a magnetic disk unit, it has checked that it was fully equal to fast transmission.

[0051] In addition, although the explanation about the composition of the magnetic recording medium manufactured by the above-mentioned is omitted, other composition can be constituted as the same that what is necessary is just to constitute using the thin film magnetic head manufactured by this invention as the thin film magnetic head for record of record / reproduction discrete-type magnetic head of the magnetic disk unit in the conventional technology.

[0052]

[Effect of the Invention] As explained above, the magnetic-thin-film material which according to this invention is the high saturation magnetic flux density suitable for high recording density-ization in a RF field, and has high specific resistance can be obtained by the low cost frame galvanizing method, and rapid access and the thin film magnetic head which can respond to fast transmission can be obtained possible [performing record of high recording density in a RF field] also to the record medium of high coercive force.

[0053] Moreover, a magnetic disk is 4000rpm by using the above-mentioned thin film magnetic head at the time of record and reproduction of a fast transmission and the magnetic disk unit which can attain high recording density, i.e., a magnetic disk unit. It can rotate above and the record frequency of a recording head can obtain the magnetic storage which can be set as 45MHz or more. And this magnetic storage can secure 15 or more MB/s of media transfer rates.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing explaining time change of pH of the plating bath at the time of changing Fe ion concentration of a plating bath.

[Drawing 2] pH of a plating bath It is drawing explaining a value and the magnetic properties of the generated plating film.

[Drawing 3] It is drawing explaining the current density at the time of plating, and the property of the generated plating film.

[Drawing 4] It is drawing explaining an example of the magnetic-domain structure of a magnetic core, and heat treatment temperature and change of membranous magnetic properties (holding power and specific resistance).

[Drawing 5] It is drawing showing the magnetic properties and specific resistance of the plating film which added and galvanized the sodium molybdate, the sodium tungstate, or the chromium chloride during the plating bath.

[Drawing 6] It is the perspective diagram and cross section showing the 1st of this invention, and the composition of the magnetic head manufactured according to the 2nd example.

[Description of Notations]

- 10 Magnetic Head
- 20 Up Magnetic Core
- 21 Lower Magnetic Core
- 22 Lower Shield
- 23 Magnetoresistance-Effect Type Element
- 24 Electrode
- 25 Coil
- 26 Slider
- 27 End-Winding Child
- 28 Insulator Layer

[Translation done.]